

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

⑤

Int. Cl. 2:

B 29 C 29-00

⑯

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

B 29 F 3-00

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 23 51 328 A1

⑪

# Offenlegungsschrift 23 51 328

⑫

Aktenzeichen:

P 23 51 328.2-16

⑬

Anmeldetag:

12. 10. 73

⑭

Offenlegungstag:

24. 4. 75

⑳

Unionspriorität:

③② ③③ ③①

⑤④

Bezeichnung:

Verfahren und Einrichtung zum Verarbeiten von zuvor unzerkleinerten thermoplastischen Kunststoffabfällen (Altmaterial) in Einschncken-Extrudern

⑦①

Anmelder:

Vereinigung zur Förderung des Instituts für Kunststoffverarbeitung in Industrie und Handwerk an der Rhein.-Westf. Techn.Hochschule Aachen e.V., 5100 Aachen

⑦②

Erfinder:

Menges, Georg, Prof. Dr.-Ing., 5105 Laurensberg;  
Hoffmanns, Werner, Dipl.-Ing.; Frieges, Arthur; 5100 Aachen

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DT 23 51 328 A1

Verfahren und Einrichtung zum Verarbeiten  
von zuvor unzerkleinerten thermoplastischen  
Kunststoffabfällen (Altmaterial) in Ein-  
schnecken-Extrudern

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Verarbeiten von zuvor unzerkleinerten thermoplastischen Kunststoffabfällen (Altmaterial, Produktionsabfällen) in Schnecken-Extrudern.

Kunststoffabfälle werden vorzugsweise durch Verpackungen verursacht. Als Flaschen, Folien und in vielen anderen Formen werden sie nach einmaligem Gebrauch weggeworfen und belasten so den Müll. Die Wiederverwendung dieses Altmaterials erfordert bisher vor der Verarbeitung außer der Reinigung verschmutzter und gebrauchter Kunststoffprodukte eine weitgehende Zerkleinerung bzw. Granulierung. Dieser Vorgang bedingt aber einen erheblichen maschinellen Aufwand.

Es ist ferner eine direkte Extrusion unzerkleinerter Folien bekannt, durch die aber auch nur Granulate bzw. Agglomerate erzeugt werden. Bei allen diesen bekannten Verfahren sind also vom Abfall bis zum daraus erstellten Gebrauchsgegenstand immer zwei thermische Belastungen erforderlich, die insbesondere für thermisch empfindliche Materialien sehr ungünstig sind.

Schließlich ist ein weiteres Verfahren bekannt, nach dem zerschnittelte und unzerkleinerte Abfälle, die aber eine bestimmte Härte nicht überschreiten dürfen, für die unmittelbare Herstellung von Spritzgußteilen verwendet werden. Die bei diesem Verfahren erreichbaren Förderwirkungsgrade lasten jedoch die eingesetzten Extruder entsprechend ihrer Kapazität (bezogen auf die Verarbeitung von Neumaterial) nicht genügend aus. Wie Messungen ergeben haben, liegen die Durchsätze für reine Abfall-

verarbeitung bei ca. 20 bis 30 % der mit dem verwendeten Extruder und reiner Neumaterialverarbeitung zu erreichenden Durchsätze.

Der Anmeldung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Nachteile der bisher bekannten Verfahren und Einrichtungen zu vermeiden, d.h. unzerkleinertes Abfallmaterial (Altmaterial) in einem einzigen Arbeitsgang unmittelbar zur Herstellung neuer Teile zu verwenden, dabei aber die eingesetzten Extruder mit ihrer vollen Kapazität auszulasten.

Gemäß der Erfindung ist diese Aufgabe durch ein Verfahren gelöst, das darin besteht, daß dem unzerkleinert zugeführten Altmaterial, das erst im Einzugsbereich des Extruders zerkleinert wird, zusätzlich Neumaterial in solchen Mengen zugeführt wird, daß es den in der Schnecke vom Altmaterial jeweils nichtausgefüllten Förderraum in hohem Maße (bis zu 100 %) einnimmt.

Gemäß weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist zur Durchführung dieses Verfahrens eine Einrichtung vorgesehen, bei der das Extrudergehäuse im Materialeinzugsbereich mindestens zwei Öffnungen aufweist, durch die das Altmaterial und das Neumaterial der Extruderschnecke getrennt voneinander zugeführt sind. Dabei können diese Öffnungen entweder neben- oder auch hintereinander angeordnet sein.

Darüberhinaus ist es gemäß weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorteilhaft, wenn nicht nur die Wände der Altmaterial-Einfüllöffnung möglichst tangential in die Zylinderwand übergehen, sondern wenn auch im Einzugsbereich für das Altmaterial das Spiel zwischen dem Schneckensteg und der Zylinderinnenwand des Extruders so bemessen ist, daß das zugeführte Altmaterial selbsttätig in den Extruder hineingezogen wird, und wenn schließlich auch noch in der Einlauföffnung für das Altmaterial ein wulstartiger Vorsprung vorgesehen ist, der in Anstauen oder Aufbauschen von in die Schnecke nichteinlaufendem Material verhindert.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn nicht nur der Innendurchmesser des Zylinders bzw. einer an seiner Stelle vorgesehenen Buchse sich in Förderrichtung der Schnecke konisch verjüngt, sondern auch der Zylinder bzw. die eingezogene Buchse scharfkantige Nuten aufweist, die in Förderrichtung auslaufen, um in den Nuten einen Rückstau zu vermeiden.

Es kann auch vorteilhaft sein, außer den beiden Einfüllöffnungen im Extrudergehäuse noch eine Entgasungsöffnung vorzusehen, um die mit dem Altmaterial eingezogene Luft zu entfernen. Gegebenenfalls kann aber auch auf eine Entgasung verzichtet werden, wenn im zweiten Einzugsbereich, wo Neumaterial zum schon in dem Extruder befindlichen Abfall hinzukommt, durch einen konischen Verlauf der Zylinderwand eine hohe Verdichtung des Materials erreicht wird. In diesem Fall wird die im Haufwerk befindliche Luft nach hinten abgequetscht und kann nicht in die Schmelze gelangen.

Schließlich ist es vorteilhaft, wenn im Einzugsbereich für Altmaterial die Schneckenstege Einkerbungen aufweisen, die allerdings so geformt sein müssen, daß das eingezogene Altmaterial, das dann zwischen der Schnecke und den scharfkantigen Nuten in der Zylinderwand zerkleinert wird, nicht an den Kerben hängenbleibt.

Weitere Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung werden anhand der Ausführungsbeispiele erörtert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Prinzipbild des erfindungsgemäßen Extruders im Längsschnitt,

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 1,

Fig. 3 Teile der Fig. 2 in Draufsicht,

Fig. 4 Schnitt A - A der Fig. 2,

Fig. 5 Schnitt C - C der Fig. 3,

Fig. 6, 7 Ausführung mit nebeneinander angeordneten Einfüllöffnungen für Alt- und Neumaterial,

Fig. 8 eine zylindrische genutete Einzugsbuchse im Längs- und Querschnitt,

Fig. 9 einen Stegeinschnitt,

Fig. 10 eine weitere erfindungsgemäße Ausführung

Fig. 11 Anordnungen zur Altmaterial-Zuführung.

Der in Fig. 1 in seinem prinzipiellen Aufbau dargestellte erfindungsgemäße Extruder besteht aus einem langgestreckten Gehäuse 1 mit den Einfüllöffnungen 2 (für Altmaterial) und 3 (für Neumaterial) sowie einer Entgasungsöffnung 4. In dem Extrudergehäuse ist eine im Materialeinzugsbereich zwei- oder mehr-gängig, im übrigen Bereich eingängig ausgebildete Schnecke 5 vorgesehen, die im Einzugsbereich für das Altmaterial mit einer zylindrischen genuteten Buchse 6 und im Einzugsbereich für das Neumaterial mit einer zylindrischen glatten oder aber mit einer konischen genuteten Buchse 7 zusammen arbeitet. Außerdem sind am Extrudergehäuse in bekannter Weise Kühleinrichtungen 8 und Heizeinrichtungen 9 vorgesehen. Das Altmaterial kann, wie es schematisch in Fig. 11 angedeutet ist, z.B. mittels einer elastischen Walze 12 oder über Transportbänder 13 der Schnecke 5 zugeführt werden.

In den Fig. 2 und 3 sind die Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Extruders im Bereich der Einfüllöffnungen vergrößert im Schnitt bzw. in Draufsicht dargestellt.

Die Schnecke 5 ist im Bereich der Einfüllöffnung 2 für Altmaterial zweigängig ausgebildet; die Schneckenstege tragen Einkerbungen 10, die aus Fig. 9 noch näher ersichtlich sind. In Fig. 3 ist auch der wulstartige Vorsprung 11 in der in Förderrichtung liegenden Ecke der Einfüllöffnung 2 erkennbar, der ein Anstauen oder Aufbauschen von in die Schnecke 5 nichteinlaufendem Material verhindert. Dieser wulstartige

Vorsprung 11 kann, wenn er der Abnutzung stark ausgesetzt ist, gegebenenfalls auswechselbar ausgebildet sein.

Über der Einfüllöffnung 3 kann ein nichtdargestellter Behälter für das Neumaterial vorgesehen sein, das aus diesem in solcher Menge abfließt, daß es den in der Schnecke vom Altmaterial jeweils nichtausgefüllten Förderraum bis zu 100 % einnimmt.

Die Fig. 4 und 5 zeigen Querschnitte des Extruders gemäß den Schnitten A - A bzw. C - C in Fig. 3. Hierbei sind auch die scharfkantig ausgebildeten Nuten 14 erkennbar, die - wie aus Fig. 2 ersichtlich ist - in Förderrichtung auslaufen, damit in den Nuten möglichst kein Rückstau entsteht. Die Scharfkantigkeit der Zylindernuten ist an sich nur an derjenigen Nutenflanke erforderlich, die in Schneckendrehrichtung als hintere bezeichnet wird. An dieser Kante wird das Material durch den vorbeilaufenden Schneckensteg zerkleinert, und zwar an jeder Nut.

Zwischen der Zylinderwand bzw. der Innenwand der Buchse 6 und den Schneckenstegen 15 ist ein Spiel 16 vorgesehen, das derart bemessen ist, z.B. etwas <sup>als</sup> kleiner als die Dicke des einzuziehenden Altmaterials, daß/durch die Einfüllöffnung 2 zugeführte Altmaterial selbsttätig zwischen Zylinder- bzw. Buchsenwand 6 und Zylinderstegen 16 in die Schnecke hineingezogen wird. Das Spiel liegt z.B. für einen Schneckendurchmesser  $D = 45 \text{ mm}$  bei  $0,1 \text{ mm}$ . Eine Einstellung auf die Foliendicke erfolgt im allgemeinen nicht. Dünnere Folien werden daher mehrfachliegend eingeführt, dickere Folien werden im tangentialen Einlauf so zusammengequetscht, daß sie ebenfalls in diesen Spalt einlaufen. Sollten weiche Folien oder Tafelstreifen wesentlich größerer Dicke verarbeitet werden, so müßte das Spiel entsprechend, d.h. etwas geringer als der jeweiligen Dicke entspricht, ausgebildet sein. Dieses Mindermaß ist allerdings von der Elastizität des Materials abhängig und muß von Fall zu Fall festgelegt werden.

2351328

Wie aus Fig. 4 weiterhin ersichtlich ist, geht die Wandung der Einfüllöffnung 2 zumindest an der Material-Einlaufseite möglichst tangential in die Zylinder- bzw. Buchsenwand 6 über, damit das Material möglichst störungsfrei in die Schneckenkanäle gelangen kann.

Die Einfüllöffnungen für das Alt- und Neu-Material brauchen nun aber nicht nur, wie in Fig. 1 gezeigt, in Förderrichtung hintereinander angeordnet zu sein, sie können gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung auch nebeneinander über der Schnecke liegen, wie dies in Fig. 6 und 7 im Schnitt und in Draufsicht gezeigt ist. Auf diese Weise können an sich vorhandene Extruder für das erfindungsgemäße Verfahren verwendbar gemacht werden. Dabei muß der Zylinder im Einzugsbereich (entsprechend Fig. 2) mit einer zylindrisch genuteten Buchse 17 (entsprechend 6 in Fig. 2) versehen werden. Die Einfüllöffnung 18 wird durch ein Trennblech 19 unterteilt. Auf der Seite des Einlaufspaltes 20 können Folien, Folienabschnitte und Bänder zugegeben werden, die, falls sie quasi endlos vorliegen, z.B. durch direkte Verarbeitung von Randbeschnitt, nach Einführung von Hand keine weitere Einzugshilfe benötigen. In der anderen Hälfte 21 der Einzugsöffnung wird Neumaterial zugegeben, und zwar derart, daß es aus einem nicht dargestellten Behälter in solcher Menge nachfließt, wie in der Schnecke vom Altmaterial jeweils nichtausgefüllter Förderraum zur Verfügung steht.

Fig. 8 zeigt eine zylindrische genutete Einzugsbuchse 6 herausgezeichnet im Längs- und Querschnitt, bei der die in Förderrichtung auslaufenden scharfkantigen Nuten 14 mit beispielsweise Angaben für die Nuten-Abmessungen und -Lage erkennbar sind.

Aus Fig. 9 ist die Ausgestaltung der Einkerbungen 10 in den Schneckenstegen ersichtlich.

509817/0977



Während sich die Einzugsbereiche gemäß den Fig. 2 und 3 insbesondere für Folien, Folienbänder, Tragetaschen, Sackmaterial oder dergl. eignen, ist eine Ausführungsform gemäß Fig. 10 insbesondere für die Verarbeitung von voluminösem Material, z.B. Schnitzel, Becher, Flaschen oder dergl. verwendbar. Hier ist im Einzugsbereich für das Altmaterial der Außendurchmesser 22 der sich in Förderrichtung konisch verjüngenden Schnecke 23 und die Höhe der Stege 24 gegenüber den übrigen entsprechenden Abmessungen (25, 26) stark vergrößert, wodurch ein größeres freies Volumen zur Verbesserung des Einzuges erreichbar ist. Es sind ferner: 27, 28 die Einfüllöffnungen für Alt- bzw. Neu-Material, 29 Einkerbungen in den Schneckenstegen.

Abschließend seien die Daten einer beispielsweise Ausführung mit einem Schneckendurchmesser  $D = 45 \text{ mm}$  und einer Schneckenlänge  $L = 25 D$  genannt:

Schnecke im Einzugsbereich 2 gängig,  $10 D$  lang

Länge einer Zylinderbuchse  $3 D$

Länge zweier Zonen hintereinander 6 bis  $7 D$

Steigung der ein- und der zweigängigen Schneckenstege  $1 D$

Abstand der beiden Einfüllöffnungen  $4 D$

Schneckendrehzahl z.B.  $100 \text{ U/min}$

Materialmengen pro Stunde:

Abfall allein etwa  $25 \text{ kg/h}$

Abfall und Neumaterial gemeinsam etwa  $70 \text{ kg/h}$ .

Diese Werte beziehen sich z.B. auf Polyäthylen.

Man erkennt, daß die Zugabe von Neumaterial den Durchsatz etwa verdreifacht und in den Bereichen der für Neumaterial allein üblichen Durchsatzleistung anhebt. Gleichzeitig werden die bei reiner Abfallverarbeitung auftretenden Durchsatzschwankungen auf ein Minimum reduziert.

. 8.

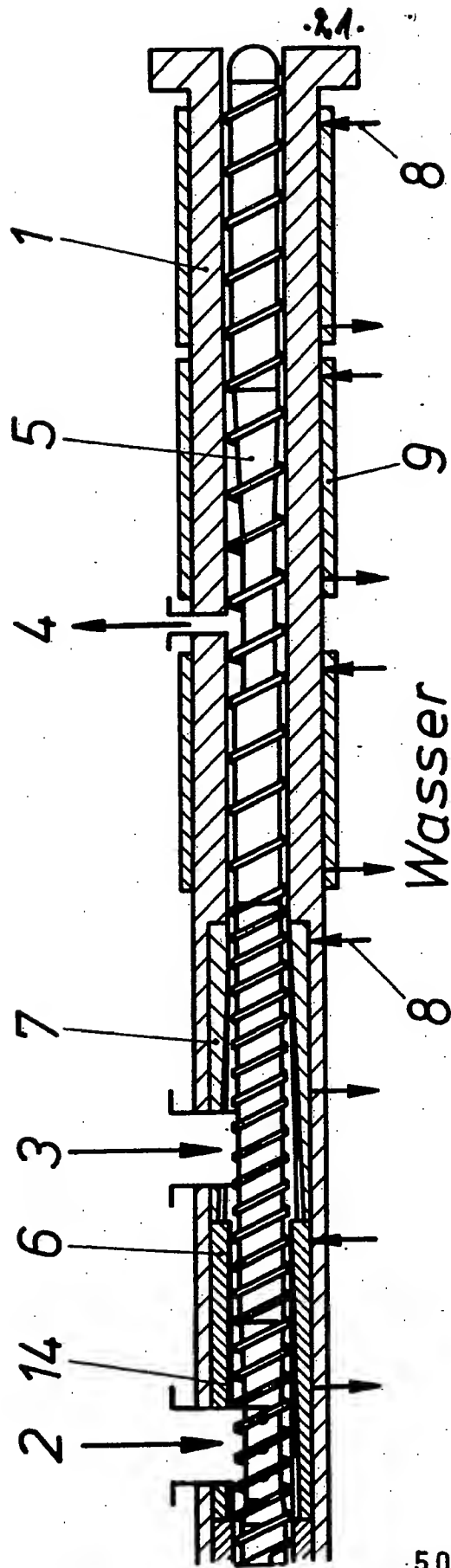
P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Verarbeiten von zuvor unzerkleinerten thermoplastischen Kunststoffabfällen (Altmaterial) in Einschnucken-Extrudern,  
  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß dem unzerkleinert zugeführten Altmaterial, das erst im Einzugsbereich des Extruders zerkleinert wird, zusätzlich Neumaterial in solcher Menge zugeführt wird, daß es den in der Schnecke vom Altmaterial jeweils nichtausgefüllten Förderraum in hohem Maße (bis zu 100 %) einnimmt.
2. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1,  
  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß das Extrudergehäuse (1) im Materialeinzugsbereich mindestens zwei Einfüllöffnungen (2) aufweist, durch die das Altmaterial und das Neumaterial der Extruderschnecke getrennt voneinander zuführbar sind.
3. Einrichtung nach Patentanspruch 2,  
  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die beiden Einfüllöffnungen in Richtung der Schnecken-Achse hintereinander im Abstand von etwa D (Schnecken-Durchmesser) angeordnet sind.
4. Einrichtung nach Patentanspruch 2,  
  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die beiden Einfüllöffnungen über der Schnecke nebeneinander angeordnet sind.

5. Einrichtung nach Patentanspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Wandung der Einfüllöffnung für das Altmaterial  
zumindest an der Material-Einlaufseite möglichst tangen-  
tial in die Zylinderwand des Extruders übergeht.
6. Einrichtung nach Patentanspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß im Einzugsbereich für das Altmaterial das Spiel zwischen  
der Zylinderwand des Extruders und den Schneckenstegen der-  
art bemessen ist (z.B. etwas kleiner als die Dicke des ein-  
zuziehenden Altmaterials), daß das durch die Einfüllöffnung  
zugeführte Altmaterial selbsttätig zwischen Zylinderwand  
und Schneckenstegen in die Schnecke hineingezogen wird.
7. Einrichtung nach Patentanspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß in der Einfüllöffnung für das Altmaterial in der  
in Förderrichtung liegenden Ecke über der Schnecke ein  
wulstartiger Vorsprung vorgesehen ist, der ein Anstauen  
oder Aufbauschen von in die Schnecke nichteinlaufendem Mate-  
rial verhindert.
8. Einrichtung nach Patentanspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der wulstartige Vorsprung auswechselbar ausgebildet ist.
9. Einrichtung nach Patentanspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zusätzlich zu den beiden Einfüllöffnungen noch eine  
Entgasungsöffnung vorgesehen ist.
10. Einrichtung nach Patentanspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Zylinderwand des Extruders durch eine in das Ex-  
trudergehäuse eingezogene Buchse gebildet ist.

60981770977

11. Einrichtung nach Patentanspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Innendurchmesser der Buchse sich in Förder-  
richtung der Schnecke konisch verjüngt.
12. Einrichtung nach Patentanspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Buchse mit scharfkantigen Längsnuten versehen  
ist, die in Förderrichtung auslaufen.
13. Einrichtung nach Patentanspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Nuten nur an der in Drehrichtung der Schnecke  
hinteren Nutenflanke scharfkantig ausgebildet sind.
14. Einrichtung nach Patentanspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß im Einzugsbereich für das Altmaterial die Schnecken-  
stege Einkerbungen aufweisen, die gegenüber einer an die  
Schneckenstege angelegten Tangente einen solchen Winkel  
(z.B. maximal  $60^\circ$ ) bilden, daß das von der Schnecke ein-  
gezogene Altmaterial nicht an den Einkerbungen hängen-  
bleibt.
15. Einrichtung nach Patentanspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß im Einzugsbereich für das Altmaterial die Schnecke  
zwei- oder mehrgängig ausgebildet ist.
16. Einrichtung nach Patentanspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß im Einzugsbereich für das Altmaterial der Außen-  
Durchmesser der sich in Förderrichtung konisch verjün-  
genden Schnecke und die Höhe der Schneckenstege gegen-  
über den übrigen entsprechenden Abmessungen stark ver-  
größert sind.



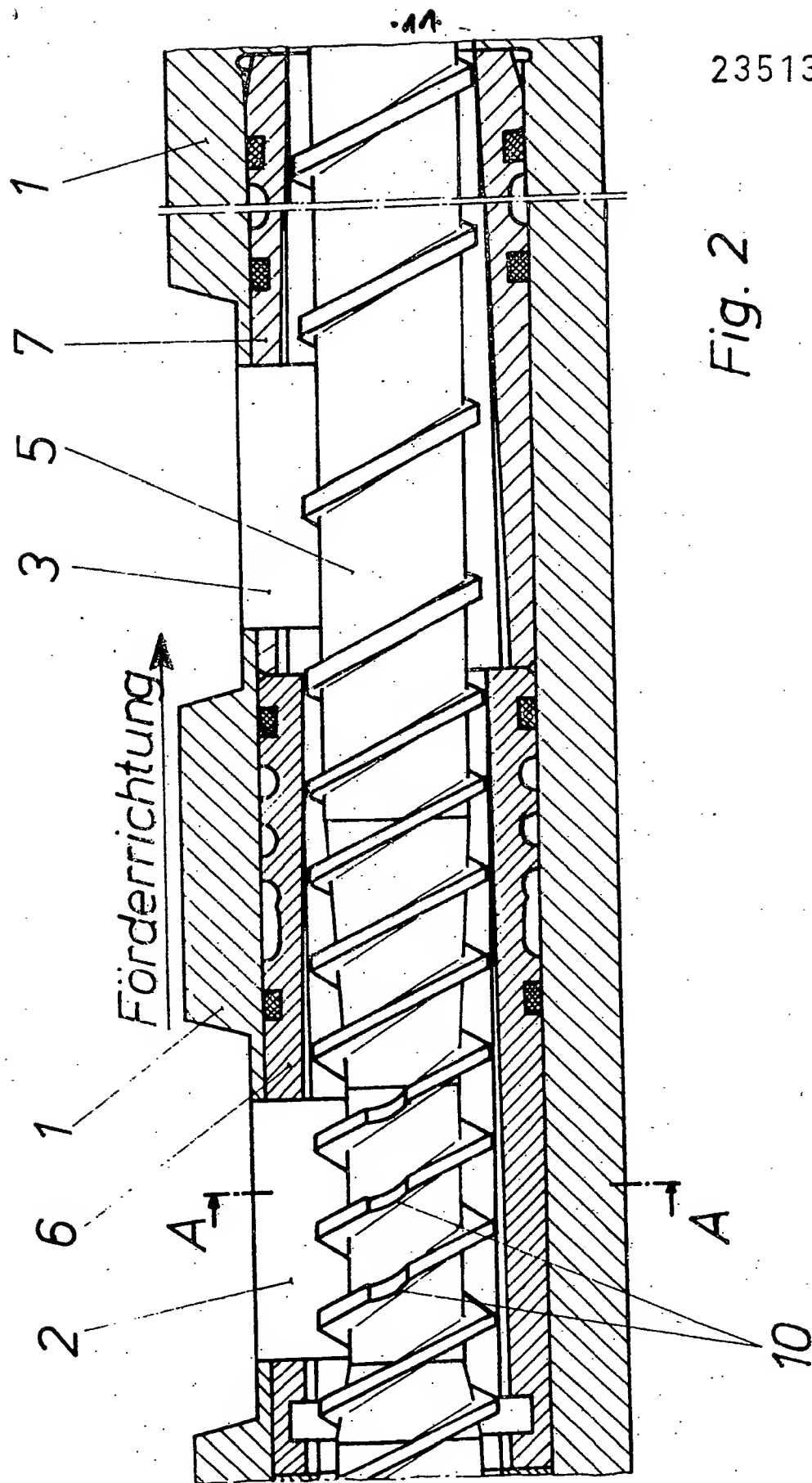
2351328

Fig. 1

509817/0977

2351328

Fig. 2



509817/0917

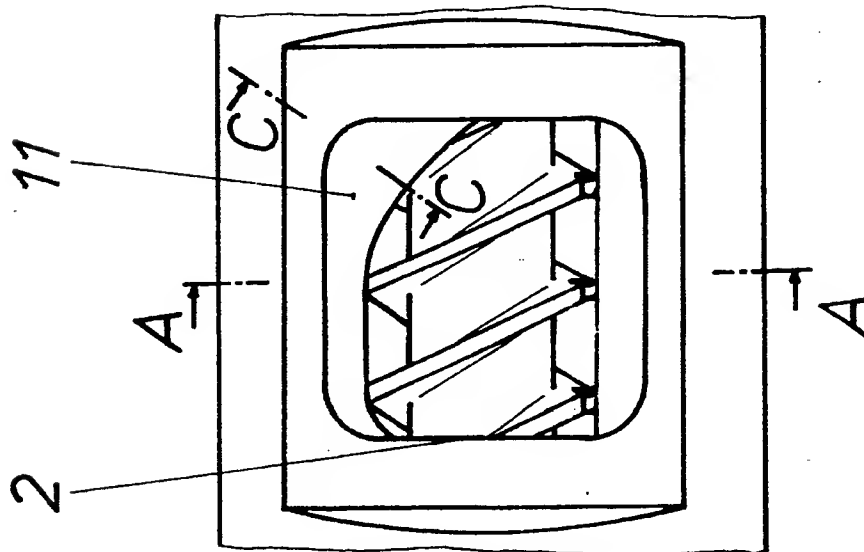
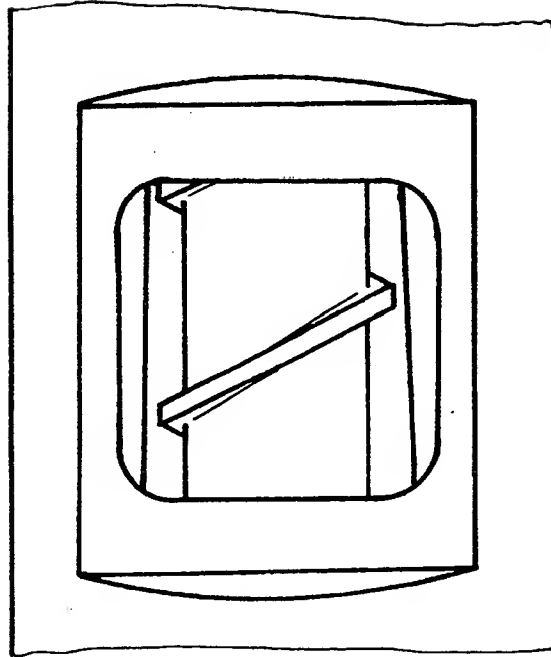
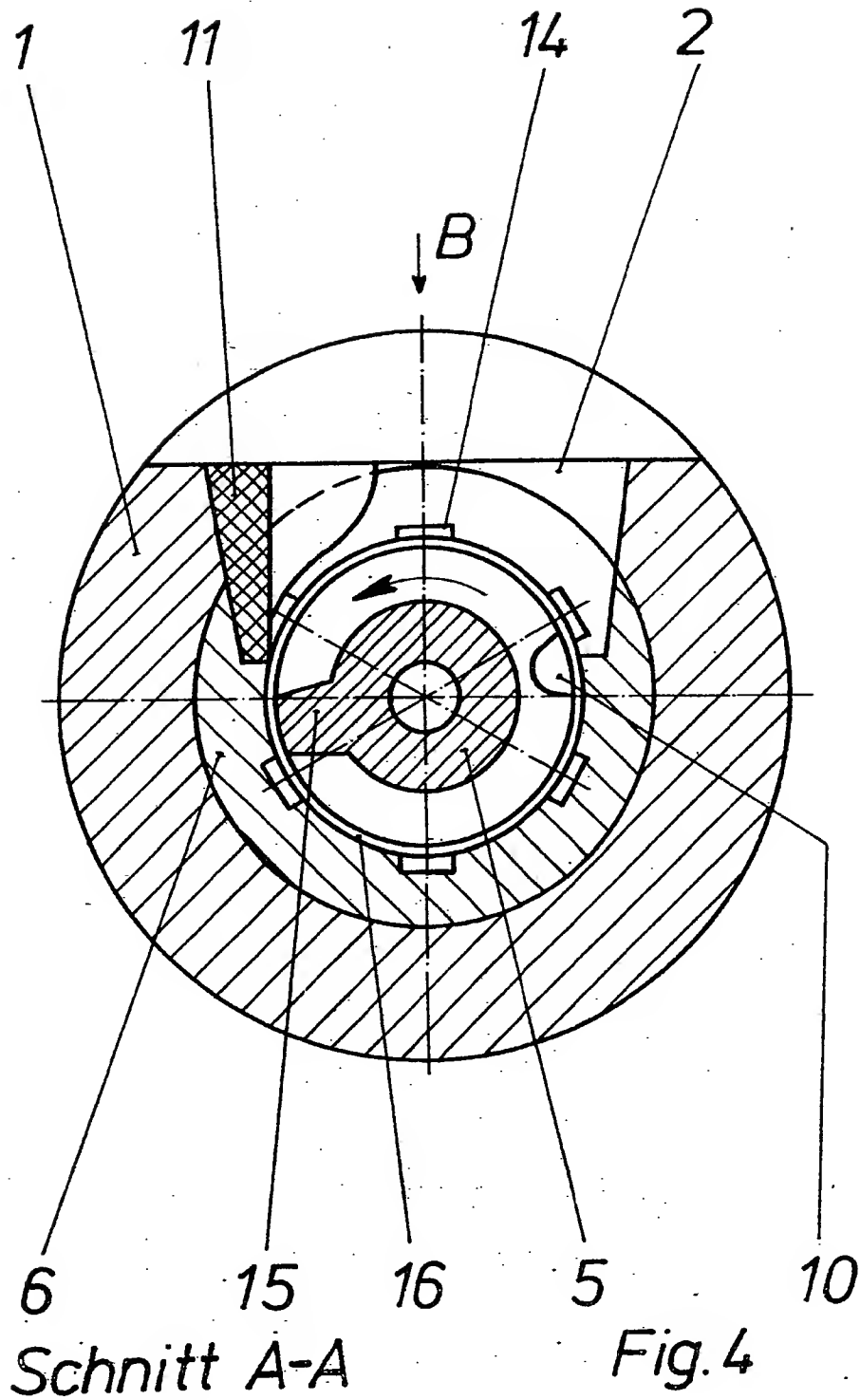
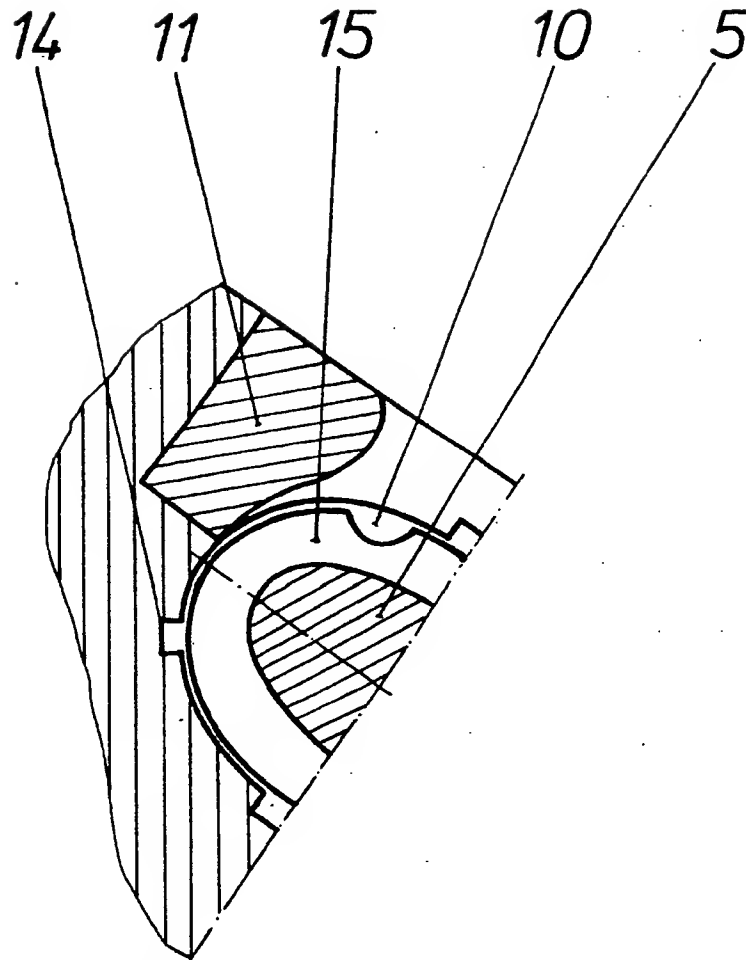


Fig. 3







*Schnitt C-C*

*Fig. 5*

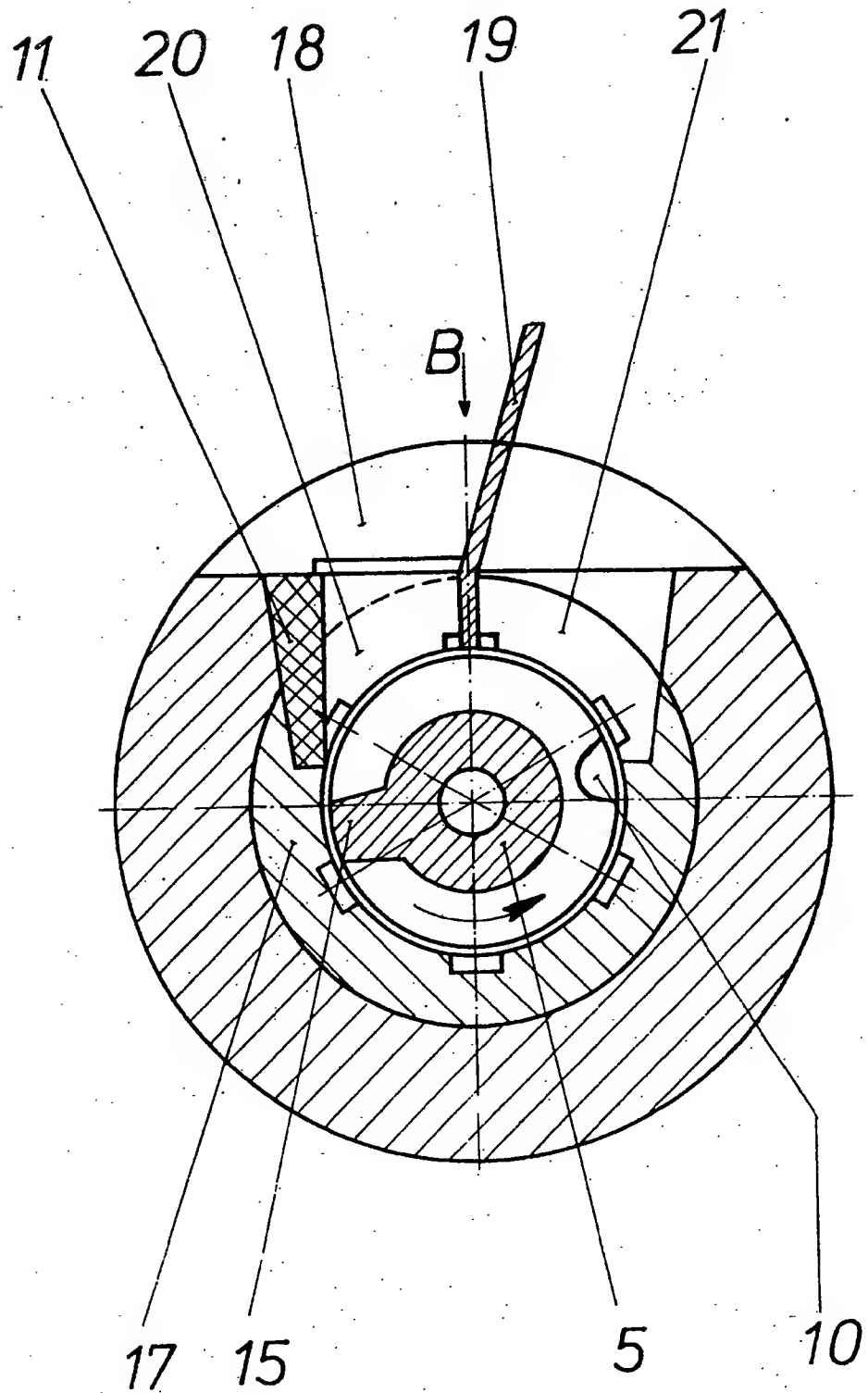
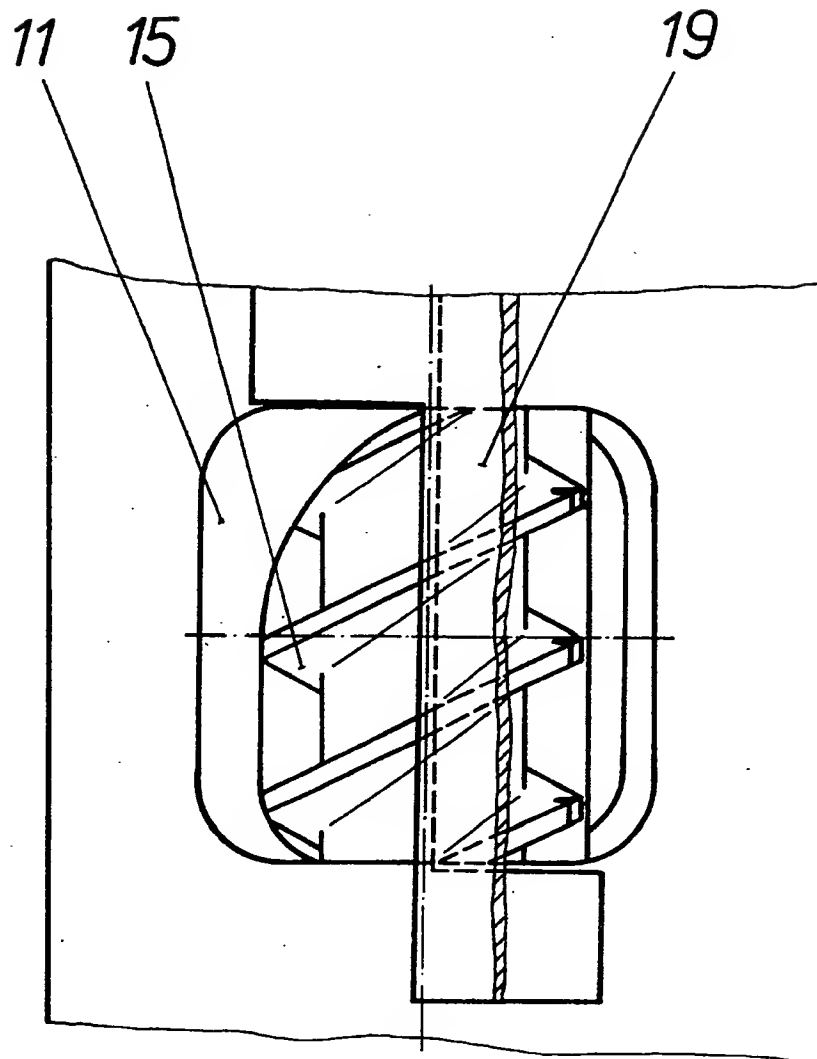
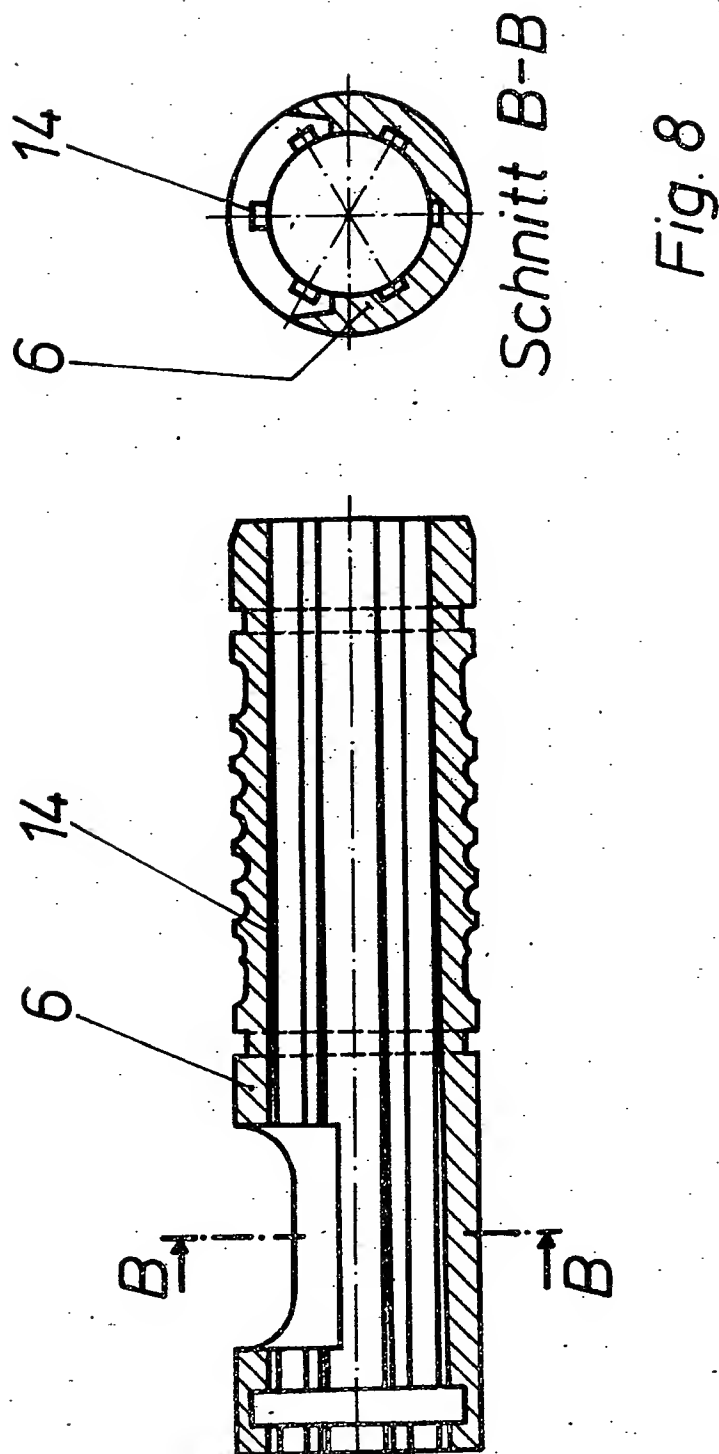


Fig. 6

.16.

*Fig. 7*



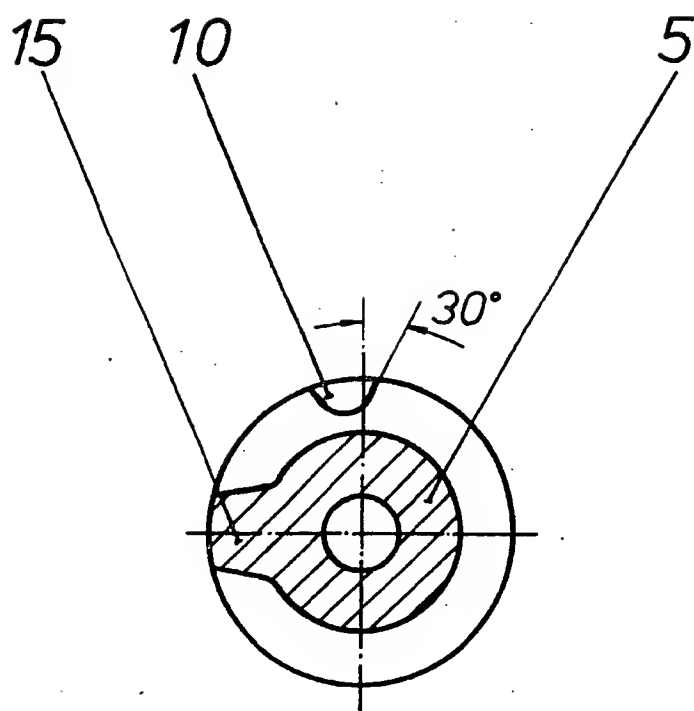


Fig. 9

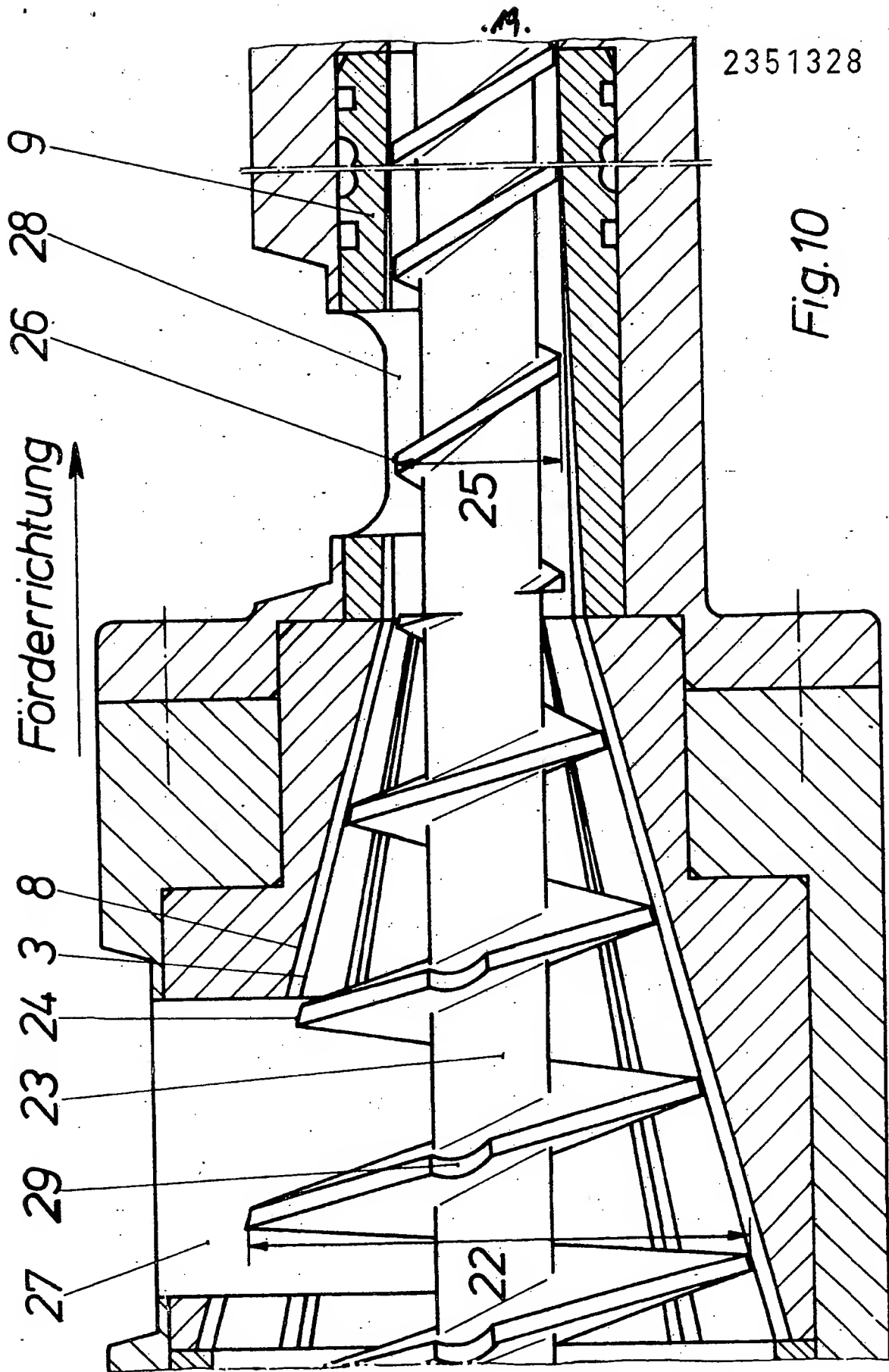


Fig. 10

2351328

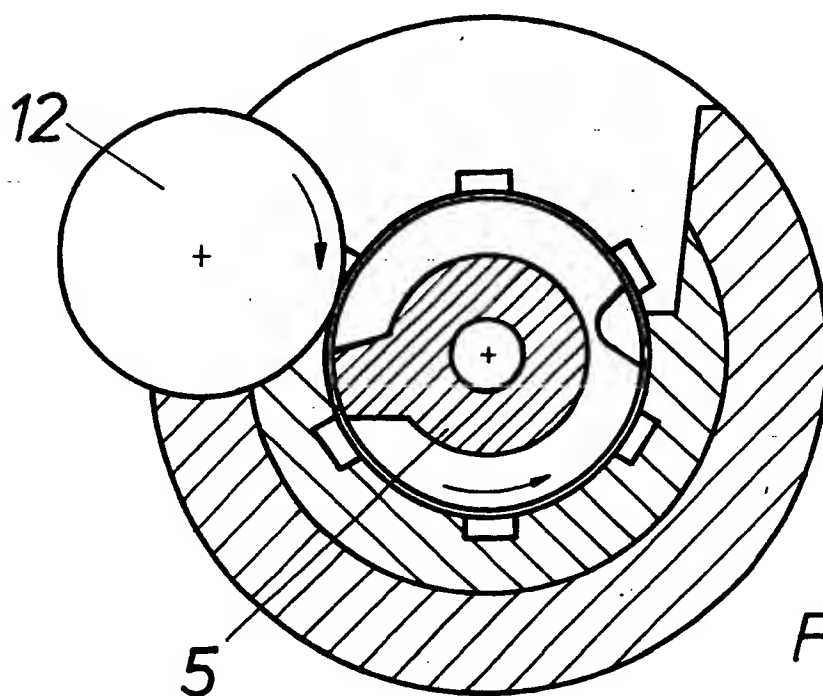
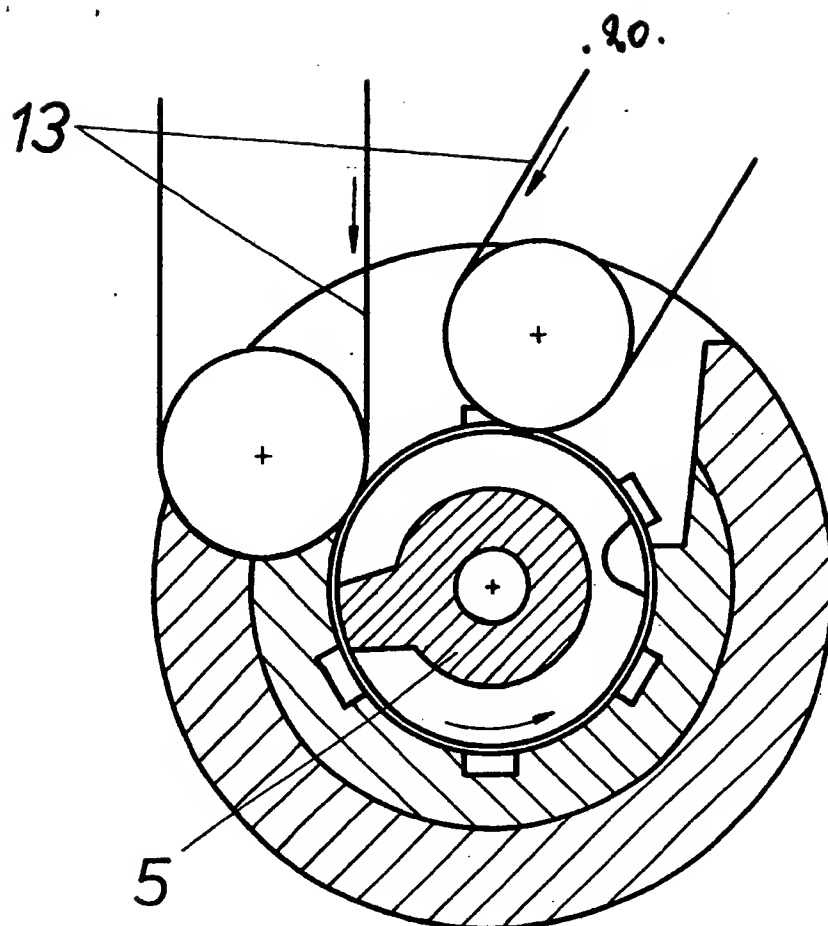


Fig.11

509817/0977